

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成6年(1994)3月25日

D 7812-3D

(74)代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光入射により監視領域に輝点パターンを投影するパターン投光器と、前記監視領域を撮像する撮像機と、前記撮像機から得られる前記輝点パターンを含む画像データを処理して障害物や溝あるいは人等の存在を検知するデータ処理部とを備える車両周辺監視装置において、

前記パターン投光器に、前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなるものを使用する共に、前記パターン投光器の前に、回折光を屈折して輝点間ピッチを所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチに略等しくするためのレンズを配置したことを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項2】 前記パターン投光器を多数の光ファイバを並べたものを2枚直交して重ね合わせたファイバグレーティングにより形成すると共に、前記光ファイバの径を、前記パターン投光器により前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなる径に設定したことを特徴とする請求項1記載の車両周辺監視装置。

【請求項3】 前記パターン投光器をマイクロレンズを多数集積したマルチビームプロジェクタにより形成すると共に、前記マイクロレンズの径を、前記パターン投光器により前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなる径に設定したことを特徴とする請求項1記載の車両周辺監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車両周辺監視装置にかかり、より詳細には、自動車などの車両の周辺を監視して車両運転におけるドライバーの安全確認を支援するのに有効に適用される車両周辺監視装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、自動車などの車両の周辺を監視する装置として、超音波送波器から出射された超音波が障害物により反射され、受波器に戻るまでの時間を計測し、物体までの距離を検出することによって、障害物の存在を検知する装置があった。

【0003】また、自動車の例えば後部屋根の上にテレビカメラを取り付け、自動車が例えば後退する際に、テレビモニタにより運転者に注目領域の映像を提供する方法があった。

【0004】しかし、上記した従来装置のうち超音波送受波器を用いた装置は、障害物や溝の位置及び大きさ、更に溝の深さを検出できない。このため、ドライバーが車両を運転する際の車両周辺における安全確認を十分に支援することができないという問題がある。一方、テレ

ビモニタを用いた方法においては、特に、夜間において、十分な照明がない場合、障害物等を確認できない。

【0005】そこで、本願出願人は先に、夜間であっても格別な照明なしに、障害物や溝或いは人の大きさ及び位置、更に溝の深さなどを検出することができ、車両運転におけるドライバーの安全確認を十分に支援できるようにした車両周辺監視装置を提案した。

【0006】この提案の装置は、レーザ光入射により監視領域に輝点パターンを投影するパターン投光器と、前記監視領域に投影された輝点パターンを撮像するCCDカメラからなる撮像機と、該撮像機から得られる画像を処理して障害物や溝あるいは人等の存在を検知するデータ処理部とを備える。パターン投光器は車載用として小型、軽量及びコストを考慮して使用した連続波用の半導体レーザが発生するレーザ光を入射し、このレーザ光入射に応じて投影面である地面の監視領域に正方格子状の輝点マトリクスからなる輝点パターンを投影する。従って、撮像機は照明がなくてもこの輝点パターンを撮影することができる。

【0007】また、監視領域内に障害物や溝あるいは人等が存在すると、それらに投影された輝点の三次元位置が変化し、その際、撮像機から得られる輝点投影画像は局所的に乱れが生じ、その乱れ具合を演算処理することによって障害物等の大きさや位置を検出することができる。

【0008】上記装置は具体的には図10及び図11に示すように構成されている。車両周辺監視装置の概略構成を示す図10において、1は予め定めたプログラムに従って動作し主にデータ処理部として働くコンピュータ、2はレーザ光源、3はコンピュータ1の制御の下でレーザ光源2を駆動するレーザ光源駆動装置、4はレーザ光源2からレーザ光2aを入力し、この入力したレーザ光2aにより監視領域にマトリクス状の輝点パターンを投影するパターン投光器である。

【0009】また、5は監視領域を撮影する撮像機としてのCCDカメラ、6はCCDカメラ5から得られる映像信号を一時的に蓄えるフレームメモリ、7は障害物等がない平坦な地面の場合の画像データを参照データとして予め記憶した参照データ記憶部、8はハンドルの操舵角度を検出する舵角検出器、9は警報音を発するブザー、10は例えばCRT、液晶表示器などからなるディスプレイ装置である。

【0010】上記パターン投光器4としては、図12(a)に示すようなファイバグレーティング(FG)41や、図12(b)に示すようなマルチビームプロジェクタ(MBP)42が適用される。

【0011】図12(a)のFG41は、直径が数十 μ m、長さ10mmの光ファイバを100本程度シート状に並べそれを2枚直交して重ね合わせたものである。このFG41にレーザ光源2が発生するレーザ光2aを入射

3

すると、レーザ光は個々の光ファイバの焦点で集光した後、球面波となり干渉しつつ広がって行き、その結果、投影面には正方格子状、すなわちマトリクス状の輝点パターン43が投影される。

【0012】図12(b)のMBP42は、薄い透明なプレートにマイクロレンズを多数集積したものであり、レーザ光源2から入射されたレーザ光2aはMBP42により多重ビームとなり、投影面に正方格子状、すなわちマトリクス状の輝点パターン43が投影される。

【0013】上述の構成において、パターン投光器4 (FG41またはMBP42)により監視領域に投影された輝点パターン43がCCDカメラ5によって撮像される。CCDカメラ5から得られる映像信号はフレームメモリ6に一時的に蓄えられた後、コンピュータ1に取り込まれる。コンピュータ1は、フレームメモリ6から得られる画像データと、参照データ記憶部7に予め記憶された参照データとを比較することによって、CCDカメラ5のイメージプレーン上での輝点の移動量を求め、監視領域内の障害物や溝あるいは人等の存在を検知する。そして、このデータ処理により得た映像信号をディスプレイ装置10に送出してその映像を表示させる。

【0014】舵角検出器8を用いた場合の監視においては、舵角検出器8によって検出した舵角を用いて自動車の進路を予測することによって自動車の移動軌跡を求め、その軌跡を障害物等が示される監視領域の二次元マップに重ねることにより、車体が障害物等に接触または衝突することを事前に検知し、発音手段としてのスピーカ9に、ブザー音などの警告音やコンピュータ1内に構成した音声合成手段によって形成した警告メッセージを発生させたり、ディスプレイ装置10に表示を行わせることによって運転者に警告する。

【0015】なお、自動車の軌跡を求めるために舵角検出器8によるハンドルの操舵角の検出信号を用いているが、これに代えて、例えばジャイロからなる回転角速度センサや方位センサなどを設け、これらのセンサからの信号を処理して自動車の進行方向を検出すると共に、その後の進路を予測する場合もある。

【0016】また、上記装置は監視領域における障害物や溝等の存在を自動車の運転者に知らせるだけでなく、工場などにおける無人搬送車や組み立て工程等における産業用ロボットなどに応用できる。

【0017】図11は図10について上述した例における光学配置を示し、CCDカメラ5のレンズ5aを原点にして、パターン投光器4をy軸上で距離dの位置に、イメージプレーン5bをZ軸上で距離Iの位置にそれぞれ配置する。この光学配置において、監視領域5c (CCDカメラの視野)が障害物等のない平坦な地面(路面)であるとき点 $P_n (X_n, Y_n, 0)$ に投影される輝点は、監視領域5c内に物体Oが存在することによって、物体O上の点 $P_B (X_B, Y_B, Z_B)$ に投影され

4

る。これによって、この輝点を撮像するCCDカメラ5のイメージプレーン5b上では、図中の点 $P_n (X_n, Y_n, 0)$ に対応する点A(u, v)が、点 $P_B (X_B, Y_B, Z_B)$ に対応する点B(u, v+δ)に移動する。すなわち、輝点が一定の方向に移動する。

【0018】従って、点Aの位置と点Bの位置との距離を求めることによって移動量δが検出される。コンピュータ1はまた、上記距離d及びIと、監視領域5cからy軸までの距離hと、CCDカメラ光軸と監視領域5cの法線となす角θと、上記移動量δとを用いて演算処理することによって、輝点の三次元位置〔図11においては点 $P_B (X_B, Y_B, Z_B)$ 〕を検出する。そして、入力画像における全ての輝点について三次元位置を検出し、三次元位置の変化した輝点について演算処理を施すことによって、障害物や溝あるいは人等のおおよその大きさや位置を検出し、この検出結果によってディスプレイ装置10に表示を行う。

【0019】今、例えば平坦路面上1.5 m、路面下0.5 mの路面凹凸を判別できるように装置を構成した場合を考えると、平坦路面上1.5 m突出した物体O上の輝点を撮像することによりイメージプレーン5b上に得られる点Bが、これに対応する参照データの点Aに隣接する点と重ならないように、輝点パターンの輝点間の距離を設定する必要がある。これが検出分解能を決定する輝点間の距離、すなわち輝点間ピッチとなる。

【0020】また、各輝点のSN比を上げるためには、上述のような検出分解能を確保しつつ、監視領域に投影された各輝点の輝度はできるだけ大きくなることが好ましい。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したパターン投光器では、検出分解能を決定する輝点間ピッチと各輝点の輝度との間には所定の比例関係にある。このため、上述した構成の従来の装置では、検出分解能に合わせて輝点ピッチを設定すると、各輝点の輝度が決定されてしまい、各輝点の輝度を上げようとすると輝点間ピッチが大きくなって、必要な検出分解能が得られなくなるといった問題があった。

【0022】よって本発明は、上述した従来の問題点を鑑み、監視領域に投光する輝点について、検出分解能を満たす輝点間ピッチを確保しつつ、できるだけ各輝点の輝度を高くし、検出時のSN比を向上することができるようにした車両周辺監視装置を提供することを目的としている。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明により成された車両周辺監視装置は、レーザ光入射により監視領域に輝点パターンを投影するパターン投光器と、前記監視領域を撮像する撮像機と、前記撮像機から得られる前記輝点パターンを含む画像データを処理

して障害物や溝あるいは人等の存在を検知するデータ処理部とを備える車両周辺監視装置において、前記パターン投光器に、前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなるものを使用する共に、前記パターン投光器の前に、回折光を屈折して輝点間ピッチを所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチに略等しくするためのレンズを配置したことを特徴としている。

【0024】前記パターン投光器を多数の光ファイバを並べたものを2枚直交して重ね合わせたファイバグレーティングにより形成すると共に、前記光ファイバの径を、前記パターン投光器により前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなる径に設定したことを特徴としている。

【0025】前記パターン投光器をマイクロレンズを多数集積したマルチビームプロジェクトにより形成すると共に、前記マイクロレンズの径を、前記パターン投光器により前記監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなる径に設定したことを特徴としている。

【0026】

【作用】上記構成により、パターン投光器に、監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくなるものを使用する共に、パターン投光器の前に、回折光を屈折して輝点間ピッチを所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチに略等しくするためのレンズを配置しているので、監視領域の輝点パターンの輝点間ピッチは所定の検出分解能を満たし、かつ各輝点の輝度はレンズなしで所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチの輝点パターンを投影するパターン投光器のものに比べて大きくなる。

【0027】パターン投光器を構成するファイバグレーティングの各光ファイバの径を、監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチを所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくする径に設定しているので、監視領域の輝点パターンの輝点間ピッチは所定の検出分解能を満たし、かつ各輝点の輝度はレンズなしで所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチの輝点パターンを投影する径の光ファイバを使用したパターン投光器のものに比べて大きくなる。

【0028】パターン投光器を構成するマルチビームプロジェクトの各マイクロレンズ間ピッチを、監視領域に投影される輝点パターンの輝点間ピッチを所定の検出分*

$$d_0 = 4\lambda / \pi \theta_1$$

よって回折格子Sのスリット幅2aは

$$2a = d_0$$

と考えることができる。

【0035】このスリット幅2aの回折格子Sにレーザ※50

* 解能を得るのに必要な輝点間ピッチより大きくするピッチに設定しているので、監視領域の輝点パターンの輝点間ピッチは所定の検出分解能を満たし、かつ各輝点の輝度はレンズなしで所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチの輝点パターンを投影する径のマイクロレンズを使用したパターン投光器のものに比べて大きくなる。

【0029】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1は本発明による車両周辺監視装置の一実施例の光学配置を示し、図11について上述した従来のものと同一の部分には同一の参照符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0030】図1の装置において、パターン投光器4は図12について上述したファイバグレーティング(FG)41を使用したものであり、このパターン投光器4からの輝度パターンはパターン投光器4の前に配置された輝点位置を調整するためのレンズ11を介して監視領域に投影されるようにされている。

【0031】パターン投光器4を構成するファイバグレーティング41としては、その径が検出分解能を満足するための径より小さなものを使用している。このことによって輝点間ピッチは必要な検出分解能のピッチよりも大きくなるが、各輝点の輝度は検出分解能を満足するものによって得られるものよりも大きくなる。このようなパターン投光器4が発する輝点パターンはレンズ11を透過することによって、その回折光がレンズ11の光軸方向に屈折され、必要な検出分解能を満たす輝点間ピッチの輝点パターンが監視領域に投影されるようになる。

【0032】上述した構成によって得られる作用効果を以下詳細に説明する。今、図2に示すように、1枚のファイバグレーティング41に対してレーザ光2aが入射すると、ファイバグレーティング41に入射したレーザ光は焦点Fに集光し、その後球面波となる。これは焦点位置に複数のスリットを持つ回折格子を配置した場合と等価的作用をすると考えられる。

【0033】よって、図3のような回折格子Sに置き換えてファイバグレーティング41の作用を検討することが可能となる。図4に示す回折格子のモデルにおいて、まずスリット幅2aについて検討する。一般にレーザ光を絞るとレーザ光は、図5に示すように、ビームウエストと呼ばれるビーム径が最小な部分から発散する。ビームウエストの直径 d_0 は収束角度 θ_1 、レーザ光の波長 λ より式(1)のように求まる。

$$\text{【0034】} \quad \dots\dots (1)$$

$$\dots\dots (2)$$

※光2aが入射すると、レーザ光は図6のように回折される。ここで横軸は図4に示す回折格子Sの法線方向とな

す各 θ の関数 α であり、式(3)に定義される。ここで d はスリット間隔(スリットピッチ)である。

$$\alpha = 2\pi / \lambda \cdot d \cdot \sin \theta$$

縦軸は回折波の振幅 D である。図から判るように、 α が 2π 毎に回折光のピークが発生する。この回折光のピークは回折格子を直交させた場合、輝点として投影される。

$$2\pi = 2\pi / \lambda \cdot d \cdot \sin \theta$$

$$\theta_p = \sin^{-1}(\lambda / d)$$

ピーク間の角度は回折の方向によりわずかつ異なる。これは、図6よりピークは α が 2π 毎に発生するが、式(3)よりピークが発生する角度間隔 θ は一定にはならないためである。ただし λ/d が小であればほぼ等しい θ_p 毎にピークが発生すると考えられる。従って、代表値として式(5)の θ_p を用いることにする。 θ_p はスリット間隔 d とレーザ波長 λ により求まる。なお、スリット間隔 d はファイバグレーティングの径に対応する。★

$$H = K \cdot 2a \cdot \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot a \cdot \sin \theta\right)}{\frac{2\pi}{\lambda} \cdot a \cdot \sin \theta} \quad \dots\dots (6)$$

$$D = K \cdot 2a \cdot \frac{\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot a \cdot \sin \theta\right)}{\frac{2\pi}{\lambda} \cdot a \cdot \sin \theta} \cdot \frac{\sin(N\alpha/2)}{\sin(\alpha/2)} \quad \dots\dots (7)$$

【0040】なお、 1 はスリット長さ、 K はレーザからの出力エネルギーと回折光のエネルギーの総和が等しくなるように決定される係数、 N はスリット数である。

【0041】次に、直径の異なる2種類のファイバグレーティングについて検討してみる。ファイバグレーティングの径を d_1 、 d_2 とし $d_1 < d_2$ とする。いずれもファイバ断面は円形のためビームウエストの直径 d_0 は☆

$$\theta_{p1} = \sin^{-1}(\lambda / d_1)$$

$$\theta_{p2} = \sin^{-1}(\lambda / d_2)$$

式中 $d_1 < d_2$ より $\theta_{p1} > \theta_{p2}$ となる。つまり、 d_1 の方がピークの角度ピッチが大きい。よって回折格子より出力される回折光のピーク数は d_1 の方が d_2 よりも数が少ない。

【0043】回折格子を直交させた場合、 d_1 は d_2 より輝点数が少なくなる。レーザから出力したエネルギーと各輝点に供給されるエネルギーの合計は等しいためほぼ同一の回折角度で発生する回折光のピークの振幅は d_1 の方が大きい。一方、式(6)より、 d_1 、 d_2 が異なってもスリット幅 $2a$ は等しいため、回折光の広がり角度の幅 θ_w は等しい。この状態を図7及び図8に示した。横軸は回折格子の法線となす角 θ である。図6でも示し

*【0036】

.....(3)

※【0037】回折光のピークの間の角度ピッチを式(3)より考えてみる。最も振幅の大きな中心のピークとその隣のピークとの間の角度を求めると式(4)より式(5)のような θ_p が求まる。

.....(4)

.....(5)

10★【0038】ここで周辺監視装置の投光器4としては、所定の検出分解能に対応した回折光のピーク間の角度 θ_p を確保しつつ検出におけるSN比を考慮すれば、回折波の振幅はできるだけ大ききことが望ましい。ここで図6において各ピークを包絡する包絡線 H は式(6)で、各ピークの振幅 D は式(7)でそれぞれ求まる。

【0039】

【数1】

30☆等しい。よって、等価的な回折格子 S のスリット幅 $2a$ は等しい。スリット間隔 d についてはそれぞれ d_1 、 d_2 となる。

【0042】よって、回折光のピークの角度ピッチ θ_{p1} 、 θ_{p2} は上式(5)より式(8)、(9)のようになる。

.....(8)

.....(9)

◆たが回折光のピークは $\alpha = 2\pi / \lambda \cdot d \cdot \sin \theta$ が 2π 毎に発生するが、図7では横軸 θ に対し θ_{p1} 毎にピークが発生したものに近似して表示してある。図7及び図8から判るようにグレーティング径 d_2 の方が、回折光のピーク間角度 θ_{p2} が θ_{p1} より小さく、分解能から考えると好ましい。一方、グレーティング径 d_1 の方が振幅が大きく検出時のSN比からみて好ましい。

【0044】図8に示すファイバグレーティング径 d_2 の場合について検討する。検出エリアを $S1$ として図に示している。また、検出分解能から考えて回折光のピーク角度ピッチは θ_{p2} 以下とする必要があるとする。ファイバグレーティング径 d_2 の場合、検出分解能は満足

する。一方、ファイバグレーティング径 d_1 の場合、分解能は満足しないが、回折光の振幅が d_2 に比べて大であり、SN比から考えて好ましい。よって、ファイバグレーティング径 d_1 を使い、振幅の大きさを生かしつつ、図1について上述したように、レンズ11を組み合わせて使用した構成により、分解能も満足させることができる。

【0045】図1の構成では、パターン投光器4のグレーティング径は上記説明より検出分解能を満足するための径より小さな径のものとしている。パターン投光器4の前に設置した輝点位置調整用レンズ11によって、回折光はいずれもレンズ光軸方向に屈折する。その結果、図9に示すように、グレーティング径 d_1 とレンズ11の組合せで回折光を屈折させ、検出範囲 S_1 、分解能 θ_{p2} を満足しつつ、グレーティング径 d_2 の場合より回折光の上式(7)で表される振幅 D を大きくすることが可能になり、その結果SN比が向上する。

【0046】なお、上記説明では輝度パターン投光器はファイバグレーティングを用いた場合を示したが、これに限らず図12に示すマルチビームプロジェクタでもよい。この場合レンズ間ピッチがファイバグレーティング径に対応する。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、監視領域の輝点パターンの輝点間ピッチが所定の検出分解能を満たし、かつ各輝点の輝度がレンズなしで所定の検出分解能を得るのに必要な輝点間ピッチの輝点パターンを投影するパターン投光器のものと比べて大きくなるので、監視領域に投光する輝点について、検出分解能を満たす輝点間ピッチが確保されると共に各輝点の輝度が高くなって、検出時のＳＮ比が向上するようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による車両周辺監視装置の光学配置を示

す図である。

【図2】図1中のパターン投光器を構成する1枚のファイバグレイティングのレーザ光に対する作用を示す図である。

【図3】1枚のファイバグレーティングに等価な回折格子を示す図である。

【図4】回折格子の一般的な作用を説明するための図である。

【図5】レーザ光を絞ったときに形成されるビームウエストを示す図である。

【図6】回折格子にレーザ光を入射したときの回折の様子を示す図である。

【図7】径 d_1 のファイバグレーティングを使用したときの回折の様子を示す図である。

【図8】径 d_2 のファイバグレーディングを使用したときの回折の様子を示す図である。

【図9】径 d_1 のファイバグレーティングをレンズを組み合わせて使用したときの回折の様子を示す図である。

【図10】車両周辺監視装置の一般的な概略構成を示すブロック図である。

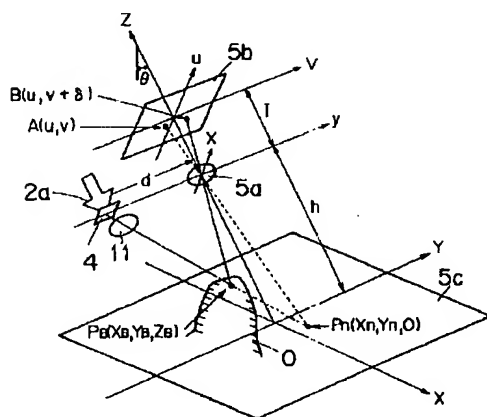
【図 11】従来の車両周辺監視装置の光学配置を示す図である。

【図12】図11のパターン投光器の具体的な構成を示す図である。

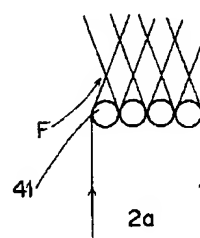
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------|
| 1 | データ処理部 |
| 2 a | レーザ光 |
| 4 | パターン投光器 |
| 4 1 | ファイバグレーティング |
| 4 2 | マイクロレンズ |
| 5 | 撮像機 |
| 5 c | 監視領域 |
| 1 1 | レンズ |

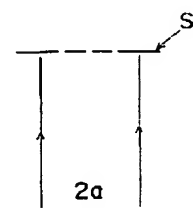
【图1】



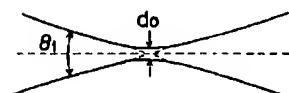
【图2】



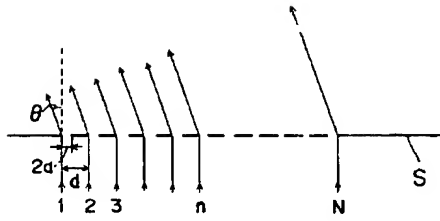
【図3】



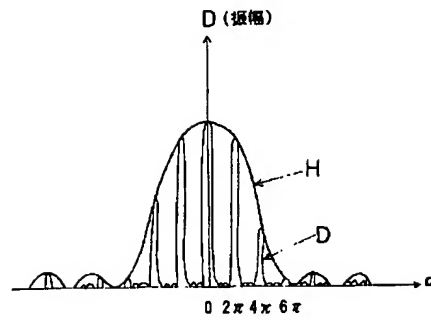
【图5】



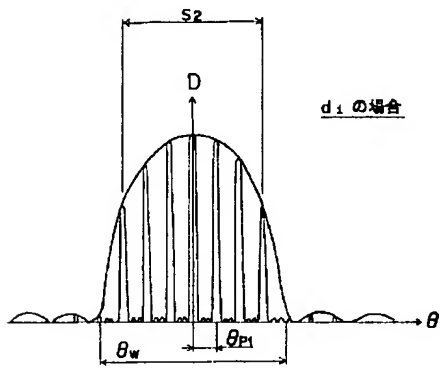
【図4】



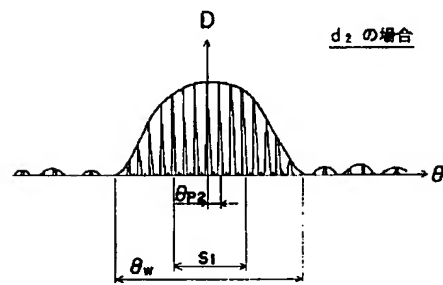
【図6】



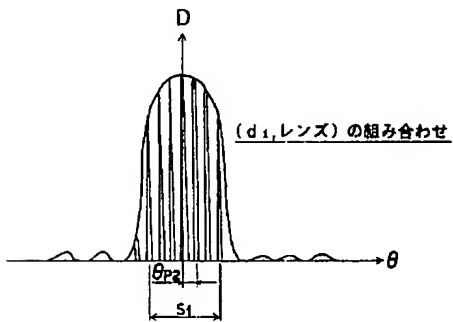
【図7】



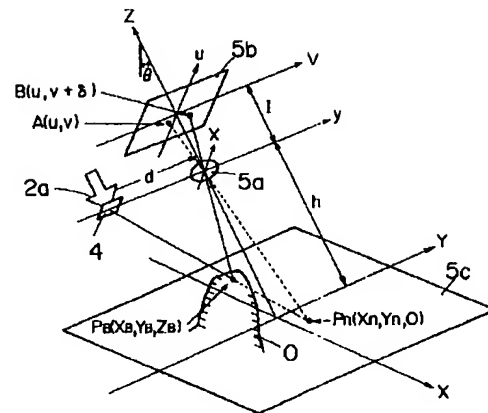
【図8】



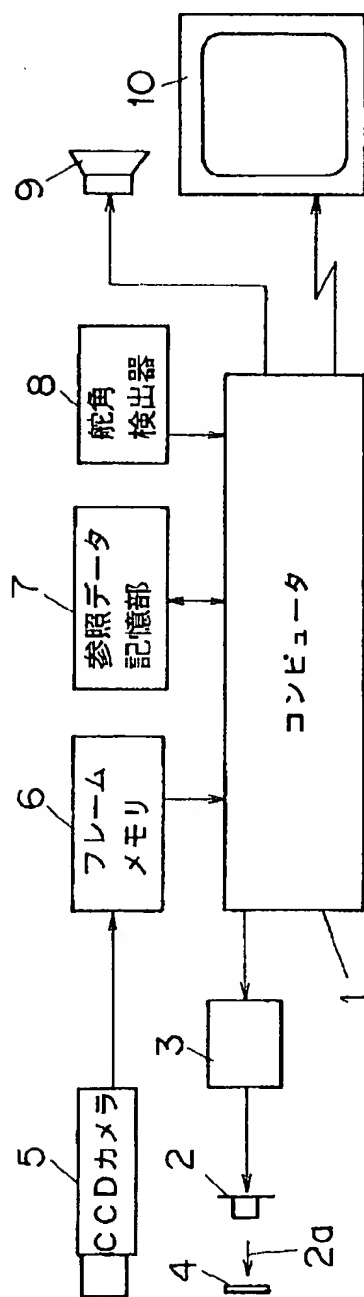
【図9】



【図11】



【図10】



【図12】

